

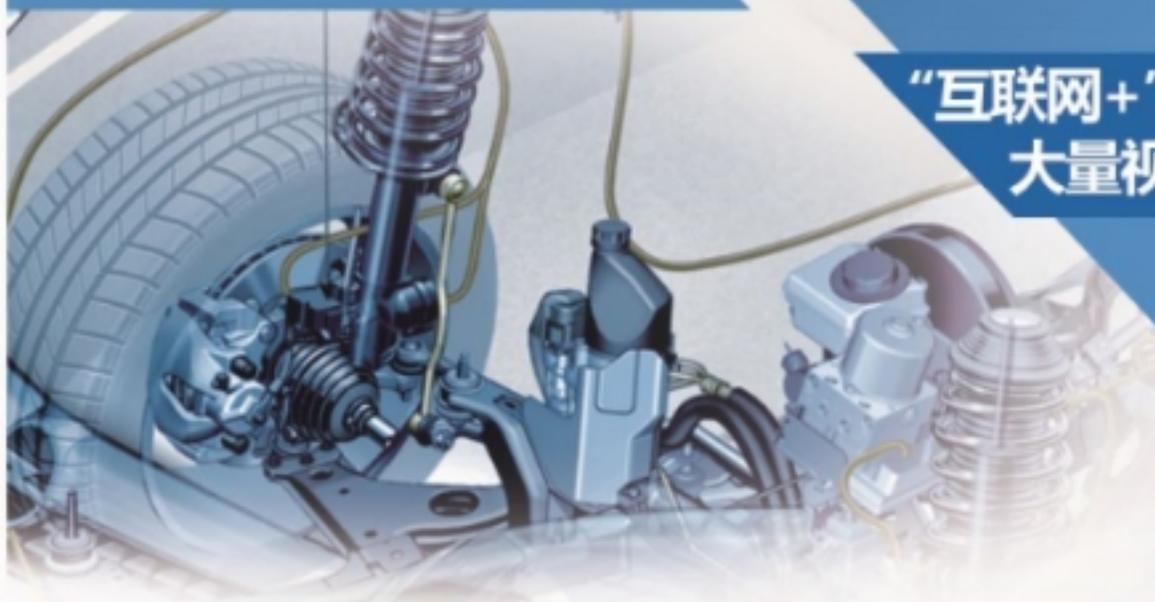
“十三五”精品课程建设规划教材·汽车类
汽车类高端技能人才 | 理实一体化系列教材

汽车维修技术

QICHE WEIXIU JISHU

主编 胡瑄 郑立斌 刘杰

“互联网+”创新教材
大量视频扫描即看



“十三五”精品课程建设规划教材·汽车类

汽车维修技术

主编 胡瑄 郑立斌 刘杰

江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS

江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS

目 录

项目 1 汽车零件的损伤	1
1.1 零件的磨损	3
1.2 零件的变形	7
1.3 零件的蚀损	9
1.4 零件的疲劳断裂	12
小 结	14
思考题	14
项目 2 汽车的拆检	15
2.1 汽车的拆检与零件的清洗	15
2.2 汽车零件的检验与分类	17
小 结	20
思考题	20
项目 3 发动机维修	21
3.1 发动机的分解	23
3.2 气缸体与气缸盖的检修	24
3.3 活塞连杆组的检修	35
3.4 曲轴和轴承的检修	44
3.5 配气机构的检修	52
3.6 润滑、冷却、燃油供给系统的检修	59
小 结	66
思考题	66
项目 4 变速器维修	68
4.1 变速器常见故障分析与排除	69

4.2 变速器的分解与零件检修	71
4.3 变速器的装配与调整	78
4.4 变速器的维护	85
小 结	85
思考题	86
项目 5 发动机电控系统故障诊断	87
5.1 认识汽车自诊断系统	88
5.2 读取和清除故障码	94
5.3 失效保护和后备系统功能	101
5.4 电控发动机故障诊断与排除流程	104
小 结	107
思考题	107
项目 6 汽车电气设备维修	108
6.1 汽车照明系统维修	108
6.2 汽车仪表与报警系统维修	115
6.3 汽车中控门锁与防盗系统维修	129
6.4 汽车启动系统维护与检修	145
6.5 汽车空调系统维护与检修	160
小 结	201
思考题	201
参考文献	202



二维码总码

项目 5 发动机电控系统故障诊断



知识内容

1. 介绍汽车发动机自诊断、读取和清理故障码以及失效保护和应急备用系统的工作过程和启动条件，电控发动机故障诊断的基本原则、基本方法及基本流程。
2. 介绍 OBD-Ⅱ 诊断座出现的原因及其功能。



学习目标

1. 学习掌握对发动机故障码的提取与清除，能够熟练使用故障诊断仪，并利用诊断仪提取和清除故障码，读取数据流。
2. 能够从容应对汽车电控发动机故障问题。

汽车作为现代人的代步工具已经越来越普及，越来越成为人们生活中的一部分，随着汽车向结构复杂化、系统功能多样化、控制自动化和智能化、显示信息智能化发展，电子控制系统在汽车中占有越来越重要的地位，成为衡量现代汽车性能的主要标志，同时汽车的故障也日益复杂化，由以机械故障为主体发展为以电控系统故障为主体，为了改变和突破发动机电控系统故障诊断的传统观点，以现代故障诊断理论和技术为基础，建立科学、系统、合理、完善的发动机故障检测诊断系统，已成为目前汽车发动机故障检测诊断行业的必然要求。这给汽车的故障诊断与检修既带来了方便与快捷，又带来了困难和挑战，对汽车维修人员的技术要求越来越高，对维修设备的科技含量要求越来越高，对故障诊断与检修的方法要求也越来越高。

随着现代汽车的电子化程度不断提高，在极大地优化了汽车的技术性能的同时，也使汽车的控制系統越来越复杂，这些复杂的电子装置一旦出现故障，就会带来很大的检修困难。一般装有微处理器控制单元的汽车都具有故障自诊断系统，可以用它对汽车内传动系统、控制系统各部分工作状态进行自动检查和监测。当汽车出现故障时，装在仪表盘上的故障指示灯就会闪亮以警告车主汽车出现问题，同时故障代码将存入存储器，以便及时发现隐患，保证汽车的安全运行。

5.1 认识汽车自诊断系统

现代汽车电控系统日趋复杂,给汽车维修工作带来了越来越多的困难,对汽车维修技术人员的要求越来越高。电子控制系统的安全容错处理能力,使汽车不至于因为电子控制系统自身的突发故障而导致汽车失控和不能运行。针对这种情况,汽车电控技术设计人员在汽车电子控制系统设计的同时,增加了故障自诊断功能模块。它能够在汽车运行过程中不断监测电子控制系统各组成部分的工作情况,如有异常,根据特定的算法判断出具体故障,并以代码的形式存储下来,同时启动相应故障运行模块功能,使有故障的汽车能够被驾驶到修理厂进行维修,维修人员可以利用汽车故障自诊断功能调出故障码,快速对故障进行定位和修复。因此,从安全性和维修便利的角度来看,汽车电控系统都应配备故障自诊断功能。

5.1.1 汽车自诊断系统的历史及发展

1. 专用汽车检测仪

20世纪70年代后期,为了提高现代汽车使用和维修的方便性,出现了专用汽车检测仪,用来检测汽车电控系统的工作状况。例如美国福特公司研制的EEC-I和EEC-U检测仪,它可用于监控电控汽油发动机的信号,并找出故障部位。由于这种专用检测仪在诊断故障时对汽车维修人员的技术要求较高,因而一直未能普及开来。

2. 随车诊断系统

进入20世纪80年代,一种新型诊断系统即随车诊断系统问世,它是利用微处理控制单元对电控系统各部件进行检测和诊断,自行找出故障,故也被称为故障自诊断系统。由于它可以对汽车电控系统参数实行连续监控,并能记录各系统的间歇故障,因此查找故障及时方便,所以其使用较为广泛。但是由于微处理器内存有限,故其诊断项目受到一定的限制,而又不能诊断较为复杂的故障,因此人们又再研制和开发更新更好的诊断系统。

3. 多功能车外诊断系统

为了扩充随车自诊断系统的诊断容量和诊断功能,20世纪80年代末,福特的车外诊断仪OASIS、丰田的Diaqmonitor诊断系统、日产公司的Consult等相继诞生,这些系统功能较为齐全,但是价格较为昂贵,专业技术要求高,标准又不统一,因而其使用和维护也受到一定的限制。进入20世纪90年代以后,一些符合国际标准、易操作且价格较为合理的多功能诊断系统研制成功,如日本大发研制的DOT-21型车外诊断系统等。

现代汽车自诊断系统是自成体系,不具有通用性,因而不利于推广,给汽车的售后服务和维修造成了很大的困难。因此,诊断系统必须标准规范,这样其诊断模式和诊断接口便可统一,只用一台仪器便可对各种车辆进行诊断和检测,这必将大大推进汽车自诊断系

统的发展。

4. 规范化的 OBD-II 自检测系统

OBD-II 是大家比较熟悉的新一代汽车故障自检测系统，它的自诊断规范是由美国汽车工程师协会和加州环保组织提出的，统一了汽车故障自诊断的各项技术指标。它有 3 种形式：SAE J-1850 PWE；SAE J-1850 VPM；ISO 9141-2。目前，故障自诊断规范已被全世界的大多数国家所接受。

OBD-II 随车诊断系统具有以下特点：

①按照 SAE 标准，提供统一的 16 针诊断座，安装于驾驶室仪表板下方。其中，16 脚为电源输入，4 脚为车身接地，5 脚为信号回路接地，如图 5-1 所示。

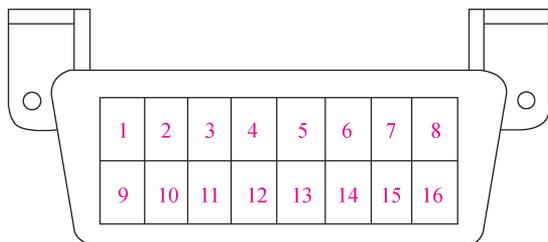


图 5-1 OBD-II 诊断座

②OBD-II 诊断模式采用高效率的明码编码方式及压缩数据包方式传递信息，读取和消除故障码可在瞬间利用仪器完成。

③OBD-II 诊断座仍然保留了通过跨接诊断的引脚从故障指示灯或 LED 灯、电压表上读取故障码的功能。

④OBD-II 资料传输线有 2 个标准：a. ISO-k 和 ISO-I，欧洲统一规定数据传输用 7 脚，15 脚；b. SAE J-1850，美国统一规定数据传输用 2 脚，10 脚。

⑤各种车辆相同故障码代号及故障码意义统一。OBD-II 故障码由 1 个英文字母和 4 个数字组成，如图 5-2 所示。

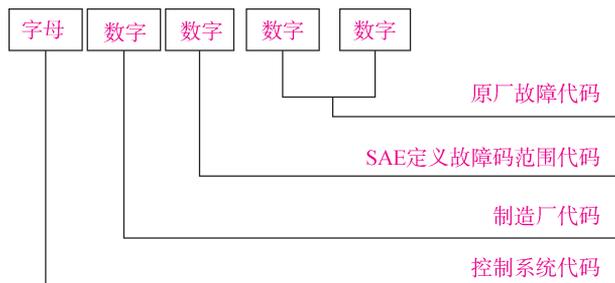


图 5-2 OBD-II 故障码形式

⑥具有行车记录功能，能记录车辆行驶过程的有关数据资料。

⑦具有重新显示记忆故障功能，由仪器直接消除故障码功能。

5. CAN 总线技术

CAN 总线技术是德国博世公司从 20 世纪 80 年代开始为解决现代汽车中众多的控制与测试仪器之间的数据交换而开发的一种中行数据通信协议。CAN 总线是一种多主总线，特别适合汽车上多节点控制单元交换数据，故障自诊断模块充分利用了这一技术。今后，CAN 总线技术将朝着提高通信速率、编码效率及容错处理能力的方向发展。

6. 网络化及信息化

网络技术在汽车上的应用，一方面体现在汽车电控单元之间联网交换数据，另一方面是通过无线电基站与外界交换信息。今后随着 Internet 推广普及，网络技术与信息服务大量应用于汽车工业将是必然。故障自诊断技术借用了成熟的网络通信技术，能够快速诊断出各电控系统的故障，并且汽车发生故障或紧急情况时，电脑还会通过网络通知有关的汽车服务人员，并通过卫星定位系统帮助汽车服务人员查找到车具体的方位，以便及时地给予救助。可以预见，随着网络与信息技术在汽车上的广泛应用，必将把汽车故障自诊断技术应用推向更高水平。

5.1.2 电控发动机的常见故障

- ① 发动机不能启动。
- ② 发动机动力不足。
- ③ 发动机耗油量大。
- ④ 发动机怠速过高。
- ⑤ 发动机怠速不良。
- ⑥ 发动机进气回火。
- ⑦ 发动机排气管放炮。
- ⑧ 发动机冷启动困难。

5.1.3 汽车自诊断系统的功能

1. 发现故障

输入到微处理器的电平信号，在正常状态下有一定的范围，当此范围以外的信号输入时，ECU 就会诊断出该信号系统处于异常状态下。例如，发动机冷却水温信号系统规定在正常状态时，传感器的电压为 $0.08 \sim 4.8 \text{ V}$ ($-50 \sim +139 \text{ }^\circ\text{C}$)，超出这一范围即被诊断为异常。如果微机本身发生故障，则由设有紧急监控定时器 (WDT) 的时限电路加以监控；如果出现程序异常，则定期进行的时限电路的再设置停止工作，以便采用微机再设置的故障检测方法。

2. 故障分类

当微机工作正常时，通过诊断用程序检测输入信号的异常情况，再根据检测结果分为不导致妨碍的轻度故障、引起功能下降的故障及重大故障等。并且将故障按重要性分类，

预先编辑在程序中，当微机本身发生故障时，则通过 WDT 进行重大故障分类。

3. 故障报警

一般通过设置在仪表板上的报警灯的闪亮来向车主报警。在装有显示器的汽车上，也有直接用文字来显示报警内容的。

4. 故障储存

当检测故障时，在存储器中有存储故障部位的代码，一般情况下，即使点火开关处于断开位置，微机和存储部分的电源也保持接通状态而不至于使存储的内容丢失。只有在断开蓄电池电源或拔掉熔断丝时，由于切断了微机的电源，存储器内的故障代码才会被自动消除。

5. 故障处理

在汽车运行过程中如果发生故障，为了不妨碍正常行驶，由微机进行调控，利用预编程序中的代用值（标准值）进行计算以保持基本的行驶性能，待停车后再由车主或维修人员进行相应的检修。

5.1.4 故障自诊断的组成及使用工具

1. 故障自诊断模块

应该包括监测输入、逻辑运算及控制、程序及数据存储器、备用控制回路、信息和数据驱动输出等模块。

2. 故障自诊断工具——解码器

解码器可以通过故障自诊断系统读取汽车故障和各种运行参数，有的还能调整汽车运行参数，甚至可以对汽车电脑重新编程。简单地说，故障自诊断技术在维修行业的应用主要是通过解码器来体现的，图 5-3 所示为元征的通用型解码器，适用于市场上大众、丰田、本田等主流品牌的汽车。各汽车厂家的原厂专用解码器都不尽相同，针对各自的车型有不同的特殊功能，但一般都有读取故障码、清除故障码、数据流分析、执行元件测试等 4 项基本功能。



图 5-3 元征 X431 超级电眼睛

5.1.5 故障自诊断的基本原理

1. 传感器的故障自诊断

由于传感器本身就是产生电信号的，因此，对传感器的故障诊断不需要专门的线路，而只需要在软件中编制传感器输入信号识别程序即可实现对传感器的故障诊断。水温传感器的正常输入电压值为 $0.03\sim 4.7\text{ V}$ ，对应的发动机冷却水温度为 $-30\sim 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。所以，当 ECU 检测到的电压信号超出此范围量时，如果是偶尔一次，ECU 的诊断程序不认为是故障。但如果不正常信号持续一段时间，则 ECU 诊断程序即判定冷却水温传感器或其电路存在故障，并将此情况以代码（此代码为设计时已经约定好的代表水温传感器信号异常故障的数字码）的形式存入随机存储器中。同时，通过检查发动机警告灯，通知驾驶员和维修人员，发动机电控系统中出现故障。当发现水温传感器不正常后，ECU 便采用一个事先设定的常数来作为水温信号的代用值，使系统工作于运行状态。

2. 微机系统的故障自诊断

微机系统如果发生故障，控制程序就不可能正常运行，微机处于异常工作状态。这样便会使汽车因发动机控制系统故障而无法行驶。为了保证汽车在微机出现故障时仍能继续运行，在控制系统工程中，设计有后备回路备用集成电路系统。当 ECU 中微机发生故障时，ECU 自动调用后备回路完成控制任务，进入简易控制运行状态，用固定的控制信号，使车辆继续行驶。由于该系统只具备维持发动机运转的简单功能而不能代替微机的全部工作，所以此后备回路的工作又称为“跛行”模式。

采用备用系统工作时，故障指示灯亮，备用回路只按照启动信号和怠速触点闭合状态，以恒定的喷油持续时间和点火提前角对喷油器和点火器进行控制。

3. 执行器的故障自诊断

汽车电子控制系统中，执行器是决定发动机运行和汽车行驶安全的主要器件，当执行器发生故障时，往往会对汽车的行驶造成一定的影响。因此，对于执行器故障的处理方法通常是当确认为执行器故障时，由 ECU 根据故障的严重程度采取相应的安全措施，在控制系统中，又专门设计了故障保险系统。由于对执行器进行的是控制操作，控制信号是输出信号。因此，要想对各执行器的工作情况进行诊断，一般要增设故障诊断电路，即 ECU 向执行器发出一个控制信号，执行器要有一条专用回路来向 ECU 反馈其执行情况。发动机电子控制系统中，对执行器进行故障诊断的典型部件是点火器。正常情况下，当 ECU 对点火器进行控制时，点火器每进行一次点火，便由点火器内的点火确认电路将点火执行情况以电信号的形式反馈给 ECU。当点火线路或点火器出现故障时，ECU 发出点火控制命令后，得不到反馈信号，此时便认为点火器已经不能正常工作。由于发动机工作时，如果点火系统发生故障，便会使未燃烧的混合气进入排气装置和排气管道。因此，排气净化装置中的催化剂温度就会大大超过允许值。同时，未燃烧的混合气在排气管内集聚过多，还会引起排气系统的爆炸。为此，采用故障保险系统，当 ECU 接收不到点火确认

信号后，立即切断燃油喷射系统电源，停止燃油的喷射。

5.1.6 故障分析时的注意事项

1. 出现的故障代码不一定是真实故障

汽车故障自诊断系统的应用，为及时发现故障并进行故障维修提供了方便。维修人员通过解读故障代码，大多能判明故障可能发生的原因和部位。然而，在对汽车进行维修时，若仅仅靠故障代码寻找故障，往往会出现判断上的失误。实际上，故障代码只是电控汽车电脑认可的一个是或非的界定，不一定是汽车真正的故障部位。例如故障码显示是VVT电磁阀故障，结果却是由机油严重变质引起的阀体堵塞、卡滞。

在对电控汽车进行维修时应综合分析判断，结合汽车故障的现象来寻找故障部位。电控发动机运转要正常，首先强调的是发动机本身机械部分及与电控系统无关的电器及其线路部分必须保持良好的工况，否则，无论怎样检查电控系统都是徒劳的。

2. 出现故障码时还必须进行信号判断

控制系统某个传感器是否正常，会以数字代码的形式显示，在维修时只要有故障码出现，首先要检测代码显示的信号是否正常。根据检测值与标准值对比分析是可能发生的原因中的哪一个，进行维修直至代码消失，再进行其他修理。

3. 出现错码或相关码时要进行正确判断

由于发动机工况故障现象相似，ECU检测失误时，自诊断系统可能显示错误的故障码。例如，对于安装有三元催化转换器的电控汽车，一旦使用含铅汽油，这类故障就较为明显。在进行汽车检修时，经常会发现故障码显示的是“水温传感器断路或短路”故障，而发动机故障症状却是发动机无论在冷车状态下还是热车状态下都不能顺利启动，并且伴有怠速不稳及回火现象，发动机的转速始终不能提高。显然这些故障与水温传感器的关系并不十分密切，对水温传感器进行单体测量后并未发现任何故障。但是，当从车上拆下三元催化转换器并剖开后发现，三元催化转换器内部严重堵塞，因此，可以断定发动机故障是由此引起的。在一些欧洲车辆上，当车辆怠速发抖、耗油、动力不足，报出故障码显示是空气流量计时，这个元件自身可能并没有损坏，往往是氧传感器损坏引起空气流量传感器报出相关码。这类故障都应该与发动机的实际故障症状进行分析比较后，进行综合诊断才能进行正确的维修。

4. 车辆有故障但无故障码时的检修方法

电控汽车控制电脑对传感器信号进行检测时，只能接收其设定范围内的传感器非正常信号，从而判断传感器的好与坏，记录或不记录故障代码。因某种原因导致传感器灵敏度下降、反应迟钝、输出特性偏移等，自诊断系统就测不出来，无故障码输出，但发动机确有明显故障症状。比如出现常见的车辆抖动、冒黑烟、怠速不稳、加速不畅等故障现象时，一些维修人员就不知从何下手，更不知如何处理。

这类故障在维修中较难判断，这时候应根据发动机的故障症状进行分析研究，然后借

助仪器进行数据流分析,通过元器件的测试等功能进行诊断,而且还要借助其他诊断仪,如示波器、发动机分析仪、油压表等,对传感器进行针对性检测,以便找到并排除传感器故障。例如,当发动机转速失准并伴有行驶中发动机怠速不稳、无故障码输出时,首先需要考虑的是空气流量传感器或进气压力传感器是否出了故障。因为这两个传感器的性能好坏,直接影响 ECU 所控制的发动机基本喷油量,此外还要考虑点火、正时、油压、机械等方面可能引起的故障,尽管此时没有显示相应的故障代码,但也应该对它们进行必要的检查。

5.2 读取和清除故障码

大多数汽车的故障码由两位数组成,1993 年以前,由于各厂家采用不同的诊断座、不同的故障代码和不同的诊断功能,形成了不同车辆使用不同的检测方法。比如奥迪故障码由四位数组成。随着诊断功能的增加,1992 年以后的福特车系,发动机故障码由两位数升为三位数,故障代码由原来的 72 条增加到 160 条。各种车系诊断座规格、种类也不相同。例如,福特车诊断座有 9 种,1993 年以后由“6+1”针诊断座改为“17+8”针诊断座;奔驰车系有圆形 9 针、38 针诊断座和长方形 8 针、16 针诊断座;丰田车系有方形 23 针、圆形 17 针和方形 17 针诊断座。这些 1993 年以前的随车电脑诊断系统,按美国标准称为第一代随车电脑诊断系统(OBD-I)。这种诊断系统自成体系,不具有通用性,且种类繁多,不利于使用统一的专用仪器,给汽车的售后服务、维修造成很多不便。这种诊断系统已不适应现代汽车技术发展的需要。

1994 年,美国汽车工程师协会(SAE)提出了第二代随车电脑诊断系统 OBD-II 的标准规范,经环境保护机构(EPA)及美国加州资源协会(CARB)认证通过,并要求各个汽车制造厂依照 OBD-II 标准提供统一的诊断模式及诊断座、统一的故障码,只用一台仪器,即可对各种车辆进行诊断检测。

5.2.1 OBD-II 的主要特点

- ① 诊断座统一为 16 针诊断座,安装在驾驶室仪表板下方。
- ② 具有数值分析资料传输功能 DLC,数据资料传输线有 ISO 和 SEA 两个标准。
- ③ 具有统一含义的故障码。

OBD-II 故障码由 5 个字组成,如 P1352。

第一个字为英文字母代码,代表测试系统:P 代表发动机变速器电脑(POWER RAIN);B 代表车身电脑(BODY);C 代表底盘电脑(CHADDIS);U 未定义,待 SEA 另行发布。

第二个字代表制造厂码,目前 0 代表 SEA 定义的故障码;1,2 和 3 等为汽车制造厂码。

第三个字为 SAE 定义的故障代码。

最后 2 个字为原厂故障码。

④具有用仪器直接读取和清除故障码功能。

⑤具有行车记录功能，能记录车辆行驶过程中的有关数据资料。

这个功能是汽车电脑扫描器通过 OBD-Ⅱ 诊断口，将汽车运行中各传感器和执行元件的工作参数直接地随机显示出来，并在行车时逐一观察汽车各部分的工作状况，同时还可以在读出故障后，进一步检查发生故障的部位及其在行驶中的变化情况，这对分析和检查故障非常有效。

⑥具有重新显示记忆故障的功能。

汽车电脑随机检测和读出的各部分工作状态参数可以记忆存储，对记录下来的内容，包括故障码，若连接汽车电脑扫描器又可重复显示。重复显示出来的故障信息，根据故障诊断指南、菜单式的人机对话与存储在软件中的汽车技术标准资料库，对各车型的点火顺序、火花塞规格间隙、点火正时、怠速、排放等基本技术数据资料进行数据分析，将给查找故障带来极大的方便。

5.2.2 常见车型 OBD-Ⅱ 故障码人工读取方法举例

5.2.2.1 丰田车系

1. 调取故障码

丰田车系的故障诊断座有 3 种类型，如图 5-4 所示。

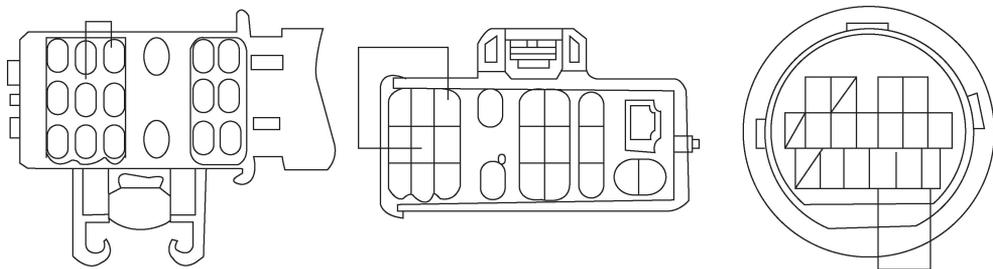


图 5-4 丰田车系诊断座

故障码的调取方式可分为普通方式和试验方式。

①普通方式调取故障码：打开点火开关，不启动发动机，用专用跨接线短接故障诊断座上的 TE1 与 E1 端子，仪表盘上的故障指示灯“CHECK ENGINE”即闪烁输出故障码。

②试验方式调取故障码：首先关闭点火开关，用专用跨接线短接诊断座上的 TE2 与 E1 端子；然后打开点火开关，启动发动机，并以不低于 10 km/h 的车速进行路试；路试后，再短接诊断座上的 TE1 与 E1 端子，仪表盘上的“CHECK ENGINE”灯即闪烁输出故障码。

1994—1995年生产的部分丰田轿车装有16针OBD-II诊断座,用跨接线短接诊断座上的5#和6#端子,即可由仪表盘上的“CHECK ENGINE”灯读取故障码。

丰田车系故障码为两位数,“CHECK ENGINE”灯闪亮与熄灭的时间间隔均为0.5 s,闪亮的次数代表故障码数值,一个故障码的十位与个位之间有1.5 s熄灭的间隔,两个代码之间有2.5 s熄灭的间隔,每一循环重复显示之间有4.0 s的间隔。丰田车系故障码输出波形如图5-5所示。

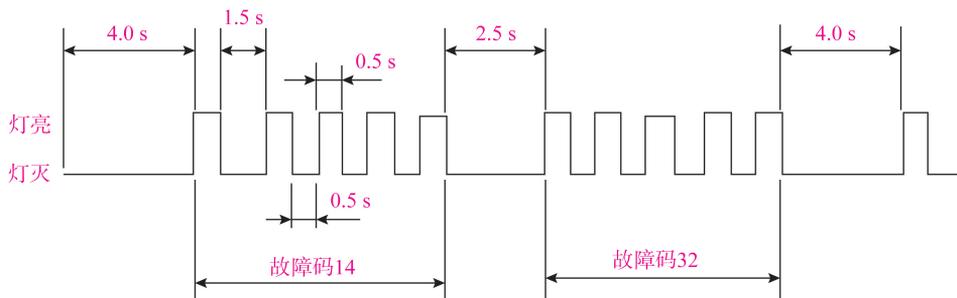


图 5-5 丰田车系故障码输出波形

2. 清除故障码

故障排除后,应将ECU中存储的故障码清除,方法有两种:一是关闭点火开关,从熔丝盒中拔下EFI熔丝(20 A)10 s以上;二是将蓄电池负极电缆拆开10 s以上,但此种方法同时使时钟、音响等有用的存储信息丢失。

5.2.2.2 日产车系

随车型不同,故障码的调取与清除分3种不同方式:

①如果在主电脑侧有一红一绿2个指示灯,另有一个“TEST”(检测)选择开关,调取故障码时,先打开点火开关,然后将“TEST”开关转至“ON”位置,2个指示灯即开始闪烁。根据红、绿灯的闪烁次数读取故障码,红灯闪烁次数为故障码的十位数,绿灯闪烁次数为故障码的个位数。清除故障码时,将“TEST”开关转至“OFF”位置,再关闭点火开关即可清除故障码。主电脑位于仪表盘后或叶子板后。

②如果在主电脑侧只有一个红色显示灯,另有一个可变电阻调节旋钮,调取故障码时,先打开点火开关,然后将可变电阻旋钮顺时针拧到底,等2 s后再将可变电阻旋钮逆时针拧到底,红色显示灯即开始闪烁输出故障码。每次操作只能输出一个故障码,有多个故障码时需重复上述操作。清除故障码时,将可变电阻旋钮顺时针拧到底,等15 s后再逆时针旋到底,再等2 s后关闭点火开关即可清除故障码。

③如果仪表盘上有故障指示灯“CHECK ENGINE”,则可通过短接诊断座上的相应端子调取故障码,日产车系故障诊断座位于发动机盖板支撑杆上方的熔丝盒内,有12针和14针2种,如图5-6所示。调取故障码时,先打开点火开关,然后取出12针或14针诊断座,并用跨接线短接诊断座上的6#和7#端子(14针诊断座)或4#和5#端子(12

针诊断座), 等 2 s 后拆开短接导线, 仪表盘上的“CHECK ENGINE”灯即闪烁输出故障码, 输出波形如图 5-7 所示。每次操作只能输出一个故障码, 有多个故障码时需重复上述操作。清除故障码时, 将诊断座右上侧的两个端子短接 15 s 以上, 再关闭点火开关即可清除故障码。

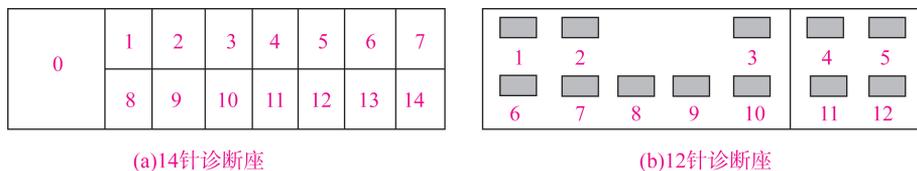


图 5-6 日产车系诊断座

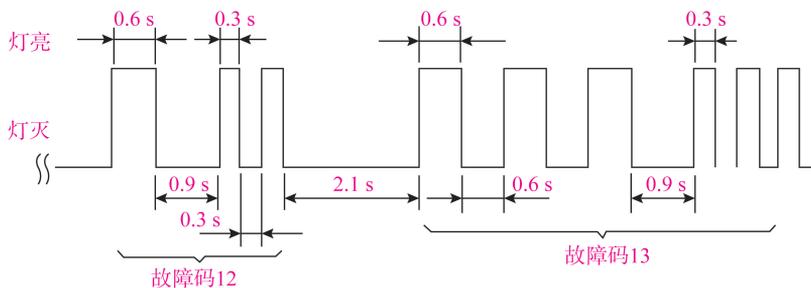


图 5-7 日产车系故障码输出波形

5.2.2.3 本田车系

1. 广州本田车型故障码的调取与清除

当仪表盘上的“MIL”灯点亮时, 应按以下程序调取故障码:

①关闭点火开关。

用专用短路插头 SCS (或普通导线) 短接 2 针诊断座, 广州本田轿车诊断座位于仪表盘下方, 如图 5-8 所示。

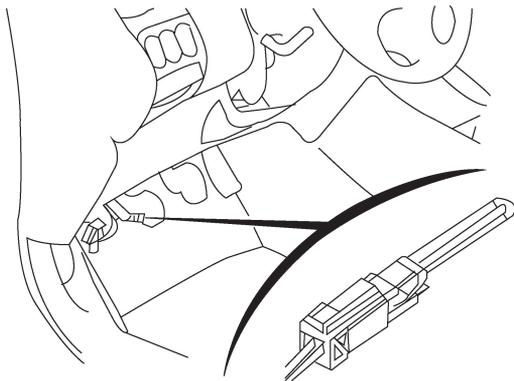


图 5-8 广州本田轿车诊断座位置

②打开点火开关但不要启动发动机，仪表盘上的“MIL”或“CHECK ENGINE”灯将以闪烁次数输出故障码。故障码 1~9 将通过单纯的短闪来显示，故障码 10~41 通过长、短闪显示，长闪次数代表十位数，短闪次数代表个位数。多个故障码按由小到大的顺序依次输出。

清除故障码的程序如下：

- a. 从诊断座上拆开专用 SCS 短路插头。
- b. 关闭点火开关。
- c. 记下无线电台预设的频率。
- d. 从副驾驶座位前面的仪表盘下熔丝/继电器盒中拆下 13 号（7.5 A）备用时钟熔丝，或拆开蓄电池负极电缆，等 10 s 以上即可清除故障码。
- e. 重新设置无线电台的频率和时钟。

2. 日本本田车型故障码的调取与清除

日本本田各车型故障码的调取与清除方法、故障码含义略有不同，在维修时要注意查阅相关资料。日本本田各车型故障码的调取与清除方法可分为以下 3 种类型：

①在仪表盘上设有“CHECK ENGINE”灯。此类车型（如 ACCORD 等）故障码调取与清除方法和广州本田相同，只是诊断座位于工具箱内右侧或发动机室侧。

②电脑位于工具箱下面，在电脑上设有 1 个红色指示灯，此类车型（如 HONDA 等）的故障码调取方法是：将点火开关置于“ON”位置，电脑上的红色指示灯即开始闪烁输出故障码，但每次只输出 1 个故障码，故障码输出波形与广州本田相同；故障清除后，拆开蓄电池负极电缆 10 s 以上即可清除故障码；1 个故障码清除后，再进行路试，检查有无其他故障码。

③电脑位于驾驶员座椅下面，电脑上设有 4 个红色指示灯，此类车型的故障码调取方法是：将点火开关置于“ON”位置，电脑上的 4 个红色指示灯即开始闪烁输出故障码；每个指示灯闪亮代表 1 个数字（由左到右分别为 1，2，4，8），将闪亮的指示灯所代表的数字相加，即为输出的故障码，如图 5-9 所示，每次只输出 1 个故障码，故障清除后，拆开蓄电池负极电缆 10 s 以上即可清除故障码。

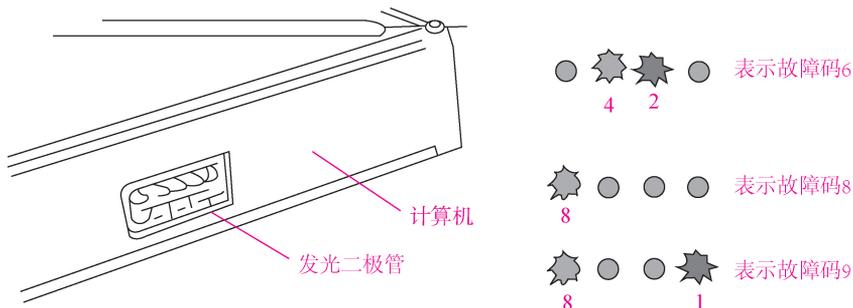


图 5-9 日本本田车型故障码输出

5.2.2.4 克莱斯勒车系

克莱斯勒车系一般使用 DRB-II 专用诊断仪调取和清除故障码，步骤如下：

①将 DRB-II 专用诊断仪连接到位于发动机舱内靠近发动机控制 ECU 的诊断座上，如图 5-10 所示。

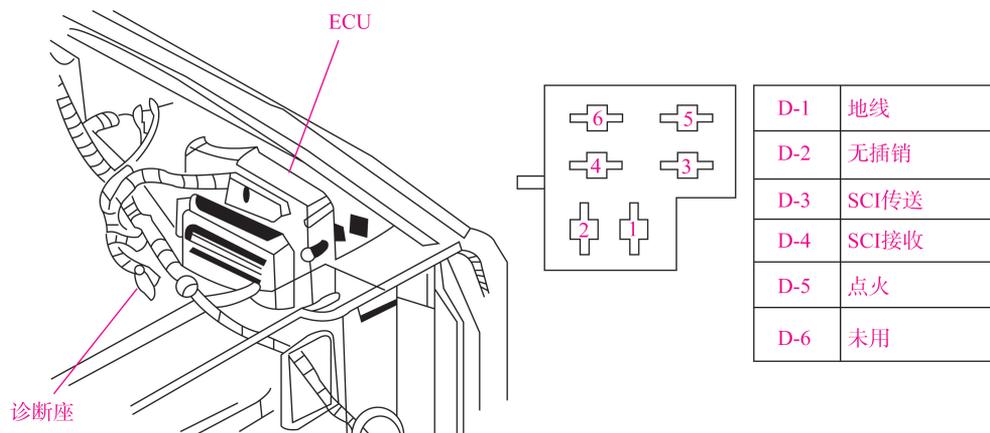


图 5-10 克莱斯勒车系诊断座

②启动发动机，反复开闭空调开关，然后熄火发动机。

③接通点火开关并选择故障读取功能，即可从 DRB-II 诊断仪上读取所有故障信息。

④清除故障码时，可在 DRB-II 诊断仪上输入取消故障码的指令，或拆开蓄电池负极电缆 15 s 以上。

没有专用诊断仪也可调取故障码，但只能调出常见故障的故障码，方法是：在 5 s 内将点火开关进行“ON-OFF-ON-OFF-ON”操作，仪表盘上的“CHECK ENGINE”灯熄灭后，再次点亮时即闪烁输出故障码。多个故障码可连续输出，最后以“55”代码结束。输出故障码时，指示灯先闪烁的次数代表故障码的十位数字，停 4 s 后闪烁的次数为故障码的个位数字。

5.2.2.5 福特车系

1991 年后福特公司生产的轿车多数装用的 EEC-IV 系统，在此仅以装用该系统的美国福特车系为例介绍故障码的调取与清除方法。故障码的调取可分为 KOEO (Key On Engine Off) 和 KOER (Key On Engine Running) 两种状态。KOEO 状态是指将点火开关转置“ON”，但不启动发动机；KOER 状态是指在发动机运转状态下调取故障码。福特车系均可使用专用诊断仪 (FORD SUPERSTAR II) 获取故障码。

美国福特车一般采用“6+1”端子诊断座。调取故障码时可使用指针式电压表或二极管灯，根据电压表的摆动次数或二极管灯的闪烁规律读取故障码，也可根据仪表盘上的“CHECK ENGINE”灯闪烁规律读取故障码。故障码以三位数表示。

用电压表读取故障码时，首先将电压表量程选择在 0~15 V，将电压表正表笔与蓄电

池正极相连，负表笔与诊断座的“STO”（测试输出）端子连接，使电脑进入 KOEO 或 KOER 状态，再用导线连接诊断座上的“STI”（测试输入）和“SIGNAL RETURN PIN”（信号返回）端子，即可根据电压表的摆动次数读取故障码。例如输出故障码“112”时，电压表指针先摆动 1 次，停 2 s，再摆动 1 次，又停 2 s，随后摆动 2 次。

清除故障码时，先进入 KOEO 状态，当刚开始输出故障码时，立即拆下诊断座上的连接导线，即可清除故障码。

1994 年后装用 OBD-II 系统且保留短接方式调取故障码的福特车，将 16 针 OBD-II 诊断座上的 13 号端子与 15 号端子短接，即可从仪表盘上的“CHECK ENGINE”灯读取故障码。

美国福特车系故障码调取方法如图 5-11 所示。

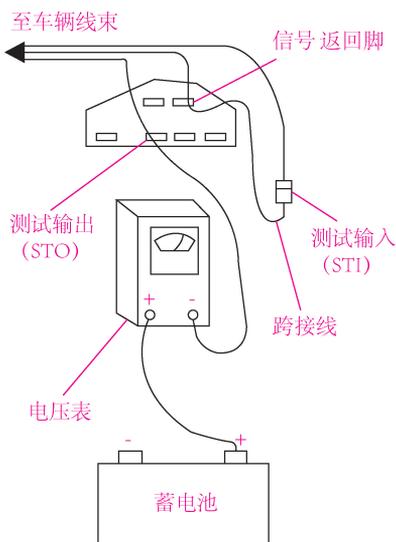


图 5-11 福特车系故障码调取方法

5.2.2.6 大众车系

德国大众车系装用 Motronic 系统的桑塔纳、帕萨特、奥迪、捷达等轿车，故障码的调取一般使用专用的故障诊断仪 V. A. G1551（图 5-12）或 V. A. G1552 及专用传输线。V. A. G1552 与 V. A. G1551 的区别主要是不带打印功能。专用传输线有多种，以适应不同车型。

V. A. G1551 功能代码含义如下：

- 01：显示 ECU 版本号；
- 02：故障查询；
- 03：执行机构诊断；
- 04：基本设定；
- 05：清除故障码；
- 06：结束，退出；

- 07: ECU 编码;
08: 测量数据显示。

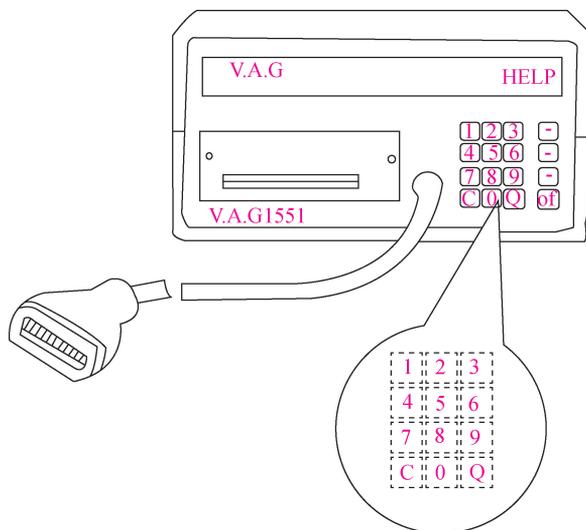


图 5-12 大众车系专用诊断仪 V. A. G1551

使用专用诊断仪调取故障码时应注意：各车型诊断座位置和型式不同，必须选用带有不同连接器的专用传输线。例如，桑塔纳 2000 诊断座位于换挡手柄前部、捷达三轿车诊断座位于中央继电器盒右侧，两车型的诊断座均为 16 针，必须选用 V. A. G1551/3 专用传输线；奥迪 A6 轿车诊断座位于发动机室靠近驾驶员座位侧的辅助继电器盒内，有两个 2 针诊断座，必须选用 V. A. G1551/1 专用传输线。此外，从 1989 年开始，德国大众公司生产的部分车型都在仪表板上配备了故障指示灯“CHECK”，不需要专用诊断仪，利用“CHECK”灯也可读取故障码，但也有些车型的“CHECK”灯只起一个警告灯的作用，调取故障码时还必须使用自制的二极管灯。

大众车系使用专用诊断仪调取和清除故障码的操作方法基本相同，操作前应检查蓄电池电压必须大于 11.5 V，发动机工作温度必须高于 80 ℃。

5.3 失效保护和后备系统功能

5.3.1 失效保护的功用

失效保护功能是在发动机电子控制单元内部添加一套软件来实现的。当发动机电子控制单元识别出传感器信号超出正常逻辑范围时，便会储存故障码，同时启动失效保护程序，用程序中的储存值代替故障传感器输入的信号值，继续控制发动机运转并一直检测各个传感器的输入信号。具体的失效保护包括：

1. 冷却液温度传感器信号、进气温度传感器信号

当冷却液温度传感器信号电路或进气温度传感器信号电路发生故障时，ECU 可能会检测到超过正常范围（低于 $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或高于 $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）的温度信号，若电控燃油喷射系统仍按通常的方式控制喷油量，必然会引起空燃比过小或过大（混合气过浓或过稀），导致发动机转速不稳、性能下降。此时，失效保护系统给 ECU 提供设定的标准值，通常按冷却液温度为 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、进气温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 来控制发动机工作，防止混合气过浓或过稀。

2. 点火信号确认

如果点火系统发生故障造成不能点火，ECU 接收不到点火控制器反馈的点火确认信号时，当连续 3~5 次（各车型具体设计的次数可能不同）没有收到此信号，就判断点火有问题，如果喷油器继续喷油，大量未燃的混合气就会被吸入气缸后排出，流入三元催化转换器，这样不仅会造成燃油浪费和排放污染，而且会使三元催化转换器温度很快升高并超过允许温度。为避免这种情况发生，失效保护系统使 ECU 立即切断燃油喷射，使发动机停止运转。

3. 节气门位置传感器信号

当节气门位置传感器及其电路产生断路或短路故障时，ECU 将始终检测到节气门处于全开或全关的状态信号，因此，无法按实际的节气门开度对喷油量等进行精确控制。此时，失效保护系统使 ECU 按设定的节气门位置传感器标准信号控制发动机工作。通常按节气门开度为 0° 或 25° 设定。

4. 爆震传感器信号或爆震控制系统信号

当爆震传感器信号及其电路发生故障时，或 ECU 内爆震控制系统出现故障时，无论是否产生爆震，点火提前角都无法由爆震控制系统进行反馈控制，这将导致发动机无法正常工作。此时，失效保护系统使 ECU 将点火提前角固定在一个适当值上。

5. 曲轴位置传感器信号

曲轴位置传感器信号（Ne 信号）用于识别气缸和确定曲轴转角基准，当该传感器及其电路发生故障时，将造成发动机不能启动或失速。此时，只能利用应急系统维持发动机基本运转。

6. 空气流量计信号、进气管绝对压力传感器信号

如果空气流量计及其电路或进气管绝对压力传感器及其电路发生故障，ECU 就无法按进气量计算基本喷油时间，这将引起发动机失速或不能启动。此时，失效保护系统使 ECU 根据启动信号和节气门位置传感器信号按固定的喷射时间控制发动机工作。当启动开关断开、怠速触点闭合时，以固定的怠速喷油量喷油或启动应急备用系统维持发动机运转。

当然，失效保护功能启动时用的替代值只是维持发动机运转，不可能完全代替传感器的功能，此时的发动机性能可能会大大降低，所以出现此类情况时，应该尽快维修，恢复

传感器及其控制系统的功能，才能使发动机以最佳性能运转。

5.3.2 后备系统

后备系统是在发动机电子控制单元内并列于电子控制单元的一套集成电路，由自诊断系统控制开启。其原理框架图如图 5-13 所示。当偶尔发生故障时，正常控制时的例行程序就不能正常运行，陷入异常工作状态，无法计算基本喷油时间，或者停止输出点火信号，发动机将停机，车辆则不能行驶。若此时汽车处于行驶途中，又远离维修服务站，将会使驾驶员和乘客陷入困境。因此现代汽车常设有后备系统，即当诊断程序监视到此类故障时，便会命令停止原程序的控制，同时开启后备系统，做简易的控制，继续维持发动机的运转，同时警告驾驶员车辆出现严重故障，应尽快开到适宜的地方或开进维修站修理。因为这种系统在发动机出现故障时能避免驾驶者抛锚在荒郊野外，保证把他带回家，所以又称为“回家功能”。

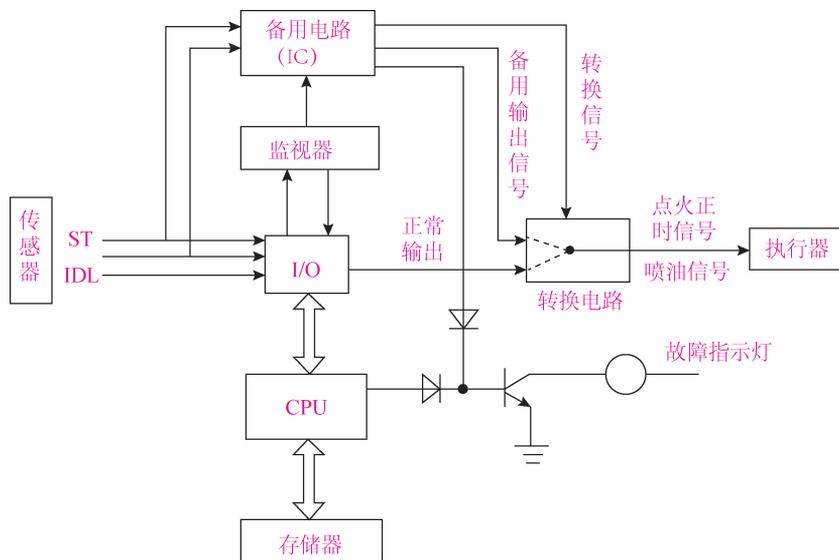


图 5-13 后备系统原理框图

后备系统是一个专用后备电路，由集成电路组成。监视回路中装有监视计时器。当监视器检测到异常情况并且满足启用后备系统的条件时，首先发动机故障指示灯亮，告诉驾驶员发动机已出现故障；与此同时，自动转换成后备功能。不过后备系统只是简易控制，只能维持基本功能，不能保持发动机正常运行的最佳性能。ECU 输出的燃油喷射信号和点火信号都是固定值，取代微机正常控制时的最佳喷射时间和最佳点火提前角，能够使发动机继续运行，从而使车辆继续行驶一段距离。后备集成电路（IC）根据启动（ST）信号和怠速（IDL）触点状态，选择设定的固定数值。固定值的大小，取决于发动机型号。

5.4 电控发动机故障诊断与排除流程

5.4.1 电控发动机故障诊断的基本原则

电控发动机的电子控制系统是一个精密而复杂的系统，其故障的诊断较为困难。而造成电控发动机不工作或工作不正常的原因可能是电子控制系统，也可能是电子控制系统外其他部分的问题，故障检查的难易程度也不一样。如果能够遵循故障诊断的一些基本原则，就可以用较为简单的方法准确而迅速地找出故障所在。电控发动机故障诊断排除的基本原则可概括为以下几点：

1. 先外后内

在发动机出现故障时，先对电子控制系统以外的可能发生故障的部位予以检查。这样可避免本来是一个与电子控制系统无关的故障，却对系统的传感器、控制器、执行器及线路等进行复杂且又费时费力的检查，结果真正的故障可能较容易找到却因为复杂化的检查而未能找到。

2. 先简后繁

发生故障时，能以简单方法检查的部位应先予以检查。比如直观诊断最为简单，可以用看、摸、听等检查方法将一些较为显露的故障迅速地找出来。

直观诊断未找出故障原因，需借助于仪器仪表或其他专用工具来进行诊断时，也应对较容易检查的先予以检查。

3. 先熟后生

由于结构和使用环境等原因，发动机的某一故障现象往往是以某些总成或部件出现故障最为常见，应先对这些常见故障部位进行检查。若未找出故障原因，再对其他不常见的可能发生故障的部位予以检查。这样做，可以迅速地找到故障原因，省时省力。

4. 代码优先

电子控制系统一般都有故障自诊断功能。当电控发动机运行时，故障自诊断系统监测到故障后，以代码的形式将该故障储存到 ECU 的存储器内，同时通过“检测发动机”等警告灯向驾驶员报警。这时可人工或仪器读取故障码，并检查和排除故障码所指的故障部位。待故障代码所指的故障消除后，如果发动机故障现象还未消除，或者开始就无故障代码输出，则再对发动机可能的机械故障部位进行检查。

5. 先思后行

对发动机的故障现象先进行故障分析，了解可能的故障原因有哪些，然后再进行故障检查。这样可避免故障检查的盲目性：既不会对与故障现象无关的部位做无效的检查，又